

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学号: 19920101152714

UDC\_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

高功率因数恒流 LED 驱动器的研究与应用

The Research and Application of High Power Factor  
Constant-current LED Driver

王晓林

指导教师姓名: 陈文芎 教 授

专 业 名 称: 机 械 电 子 工 程

论文提交日期: 2013 年 05 月

论文答辩时间: 2013 年 月

学位授予日期: 2013 年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2013 年 05 月

厦门大学博硕士论文摘要库

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（        ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于        年        月        日解密，解密后适用上述授权。

（        ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年        月        日

厦门大学博硕士论文摘要库

## 摘 要

随着半导体照明技术的发展,LED 光源以其独有的特点逐渐成为照明领域研究的热点,并显示出巨大的潜力和良好的发展前景。特别是由科技部、国家发展和改革委员会与信息产业部等有关部门共同组织实施的“国家半导体照明工程”的正式启动,标志着中国 LED 产业遇到了难得的发展机遇。

从供电电源来看,LED 驱动电源作为 LED 照明系统的核心,实质为开关变换器在 LED 照明领域的应用,其主要功能就是在一定的工作条件范围下限制流过 LED 的电流,而无论输入及输出电压如何变化。然而,随着电力电子设备普及的同时,也给电网带来了日益严重的谐波危害,增加了电网的负担。所以,世界各国对电力电子系统的功率因数和高次谐波电流成分提出严格的要求,其中便包括对 LED 电源功率因数的要求。由此看来,在 LED 照明领域研究电源系统的功率因数改善和高次谐波抑制便也成为一项重要的研究课题。

本文根据实际需求,在研究目前国内外 LED 驱动技术发展现状的基础之上,首先,从理论的角度介绍 LED 发光原理及性能、LED 驱动电源驱动方式及指标、功率因数校正原理及实现方式;其次,根据实际设计要求,设计一种可应用于 LED 隧道灯的高功率因数恒流 LED 驱动器,其中包括对电源拓扑结构、功率因数控制芯片、功率开关管等的选择;最后,通过搭建实验电路,测量分析相关数据,验证电路理论设计的正确性。

**关键字:** LED 驱动电源; 功率因数; 功率因数校正

厦门大学博硕士论文摘要库



## Abstract

With the development of semiconductor lighting technology, LED light source with its unique features became a spot for lighting research and shown great potential and good prospects for development. Particularly, by the Ministry of science and technology, the State development and Reform Commission and the Ministry of information industry and other departments on implementing "National Semiconductor lighting project" was officially launched, marking China's LED industry encountered a rare development opportunity.

In the view of power, LED driver power, as the heart of LED lighting system, is the essence of switch converter applied in the field of LED lighting field. Its main function is to limit the current through the leds, regardless of the input and output voltage change. However, as the popularity of Power Electronic Equipment at the same time, the Power Electronic Equipment also brought increasing harmonic wave to power grid, increased the burden of power grid. Therefore, countries around the world make strict demands in power electronics system of high power factor and harmonic current components, which include requirements for LED power supply power factor. Thus, research in the field of LED lighting improve power factor and harmonic suppression of power supply systems will also be an important topic of study.

According to the actual demand, LED drive technology development present situation at home and abroad in the study, first of all, from the Angle of theory, this paper introduces the principle and performance LED, the drive way and indicators of LED drive power, the power factor correction principle and the realization way. Secondly, according to the practical design requirements, design a kind of, which can be applied to LED tunnel lamp, including the selection of the Power Factor Control IC, Power Switching and so on. Finally, set up experiment circuit, measurement and analysis the related data, then verify the correctness of the theory of circuit design

**Keywords:** LED drive power; Power factor; Power factor correction

厦门大学博硕士论文摘要库

## 目 录

<b>第一章 绪 论</b>	<b>1</b>
1.1 课题研究的背景及意义	1
1.2 功率因数校正技术在 LED 照明中的重要性	2
1.3 课题研究的主要内容及文章结构	2
<b>第二章 半导体 LED 照明技术</b>	<b>5</b>
2.1 半导体 LED	5
2.1.1 LED 的结构	5
2.1.2 半导体 LED 发光原理	5
2.1.3 LED 的特性分析	7
2.1.4 LED 光源的特点	10
2.2 LED 的驱动电源	11
2.2.1 LED 驱动电源的驱动方式	11
2.2.2 LED 驱动电源的性能要求	11
2.3 LED 与其驱动电源的匹配	12
2.4 本章小结	14
<b>第三章 提高 LED 电源功率因数的理论性分析</b>	<b>15</b>
3.1 功率因数的定义及谐波的危害	15
3.1.1 功率因数的定义	15
3.1.2 谐波的危害	17
3.2 提高功率因数和减少输入电流谐波的方法	17
3.2.1 无源功率因数校正 (PPFC)	18
3.2.2 有源功率因数校正 (APFC)	18
3.3 有源功率因数校正 (APFC) 基本原理	19
3.3.1 APFC 主电路拓扑结构的确定	19
3.3.2 Boost 变换器功率因数校正的研究	20
3.3.3 有源功率因数校正的控制方法	21

3.4 本章小结.....	27
<b>第四章 高功率因数恒流 LED 驱动器的实现 .....</b>	<b>29</b>
4.1 高功率因数 LED 隧道灯恒流驱动电源的总体方案.....	29
4.1.1 校正模块的实现.....	29
4.1.2 恒流模块的实现.....	31
4.2 变压器初级电感量的计算公式 .....	31
4.2.1 功率开关管占空比.....	32
4.2.2 变压器初级电流.....	33
4.2.3 变压器初级电感量.....	34
4.3 本章小结.....	35
<b>第五章 高功率因数 LED 隧道灯恒流驱动电源的设计.....</b>	<b>37</b>
5.1 Boost 主电路及整流电路的设计.....	37
5.1.1 变压器的设计.....	37
5.1.2 功率开关管 $Q_1$ 和输出电容 $C_o$ 的选择 .....	40
5.1.3 整流桥 $D_o$ 和输出二极管 $D_1$ .....	41
5.2 PFC 控制电路设计 .....	42
5.2.1 L6561 基本功能及引脚定义 .....	43
5.2.2 PFC 控制电路主要元件参数的选择 .....	46
5.3 恒流模块的设计 .....	49
5.4 本章小结.....	50
<b>第六章 实验结果测试与分析 .....</b>	<b>51</b>
6.1 实验电路的参数 .....	52
6.2 实验电路的测试与分析 .....	52
6.2.1 电压与电流的测试.....	52
6.2.2 功率因数的测试.....	54
6.3 本章小结.....	56
<b>第七章 总结与展望 .....</b>	<b>57</b>

参 考 文 献 .....	59
致 谢.....	63
攻读硕士学位期间发表论文.....	65

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学博硕士论文摘要库

## Table of Contents

<b>Chapter 1 Introduction</b>	<b>1</b>
1.1 Research background and significance	1
1.2 The importance of PFC in LED lighting	2
1.3 The main content and structure of the paper	2
<b>Chapter 2 Semiconductor LED lighting technology</b>	<b>5</b>
2.1 Semiconductor LED	5
2.1.1 The structure of the LED	5
2.1.2 Semiconductor LED light-emitting principle	5
2.1.3 Characteristic analysis of the LED	7
2.1.4 The characteristics of the LED light source	10
2.2 LED driver power	11
2.2.1 The way of LED drive power	11
2.2.2 Performance requirements of the LED drive power	11
2.3 The LED and driver power supply matching	12
2.4 Summary of this chapter	14
<b>Chapter 3 the theoretical analysis of improving Power Factor</b>	<b>15</b>
3.1 The definition of PF and the harm of harmonic	15
3.1.1 The definition of Power Factor	15
3.1.2 The harm of harmonic	17
3.2 The way of Improving Power Factor and reducing harmonic	17
3.2.1 Passive power factor correction(PPFC)	18
3.2.2 Active power factor correction (APFC)	18
3.3 Basic principle of APFC	19
3.3.1 The choice of APFC main circuit topology structure	19
3.3.2 Research of the Boost PFC converter	20
3.3.3 Control method of active power factor correction	21
3.4 Summary of this chapter	27

<b>Chapter 4 The realization of High Power Factor Constant-current</b>	
<b>LED Driver .....</b>	<b>29</b>
<b>4.1 The scheme of LED tunnel lamp, high power factor constant current drive power .....</b>	<b>29</b>
4.1.1 The realization of the correction module .....	29
4.1.2 The realization of the constant current module.....	31
<b>4.2 The transformer primary inductance calculation formula .....</b>	<b>31</b>
4.2.1 Power switch tube duty ratio.....	32
4.2.2 The primary current of transformer .....	33
4.2.3 The primary inductance of transformer .....	34
<b>4.3 Summary of this chapter .....</b>	<b>35</b>
<b>Chapter 5 The design of LED tunnel lamp, high power factor constant current drive power .....</b>	<b>37</b>
<b>5.1 The design of The Boost circuit and rectifier circuit .....</b>	<b>37</b>
5.1.1 The design of the transformer .....	37
5.1.2 the choice of $Q_1$ and $C_0$ .....	40
5.1.3 the choice of $D_0$ and $D_1$ .....	41
<b>5.2 The design of PFC circuit .....</b>	<b>42</b>
5.2.1 The basic function L6561 and pin definition .....	43
5.2.2 The choice of main components parameters in PFC circuit .....	46
<b>5.3 The design of Constant current module .....</b>	<b>49</b>
<b>5.4 Summary of this chapter .....</b>	<b>50</b>
<b>Chapter 6 The test and analysis of experimental results .....</b>	<b>51</b>
<b>6.1 Experimental parameters of the circuit .....</b>	<b>52</b>
<b>6.2 The test and analysis of the circuit .....</b>	<b>52</b>
6.2.1 The Test of voltage and current.....	52
6.2.2 The Test of PF .....	54
<b>6.3 Summary of this chapter .....</b>	<b>56</b>
<b>Chapter 7 Summary and Outlook .....</b>	<b>57</b>



Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”. Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库